

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-204603

(43)Date of publication of application : 27.07.1992

(51)Int.Cl.

G02B 5/08

B32B 15/08

(21)Application number : 02-334630

(71)Applicant : ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND
CO LTD

(22)Date of filing : 30.11.1990

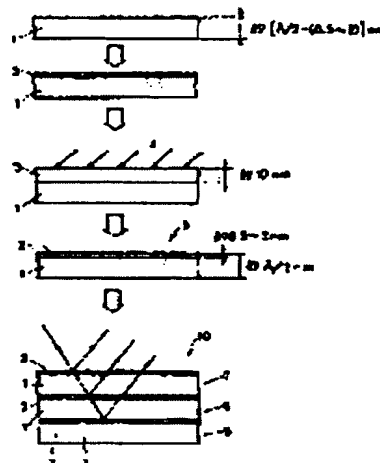
(72)Inventor : MATSUKI NOBUO

(54) MANUFACTURE OF MULTILAYER FILM MIRROR USED IN VACUUM ULTRAVIOLET REGION

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain the multilayer film mirror for use in the vacuum ultraviolet region by shaving a vapor deposited ultrathin reflective film after vapor depositing a highly reflective metallic material on the surface of a transparent optical crystal until a uniform film thickness is obtained and repeating this process to form a multilayer film mirror.

CONSTITUTION: The transparent optical crystal 1 made of a fluoride, such as MgF_2 or CaF_2 , is formed into a film by the CVD process or the like, and a metal material, such as aluminum, is vapor deposited on the surface of this crystal 1, gradually grown from insular deposition to a uniform film thickness to form the vapor deposited film 3 at least as thick as about 10nm. Then, this film 3 is shaved to a thickness as thin as possible, to about 0.5-2nm, thus permitting the metal material vapor deposited and cut uniformly to about 0.5-2nm thick reflective layer 2, as the first mirror 5, and the second layer mirror 6 and the third layer mirror 7 and so on, the multilayer film mirror to be formed by repeating this process.



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-204603

⑬ Int. Cl.³

G 02 B 5/08
B 32 B 15/08

識別記号

C
E

庁内整理番号

7542-2K
7148-4F

⑭ 公開 平成4年(1992)7月27日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 真空紫外光領域用の多層膜ミラーの製法

⑯ 特 願 平2-334630

⑰ 出 願 平2(1990)11月30日

⑱ 発 明 者 松 木 信 雄 東京都千代田区丸の内1丁目6番2号 石川島播磨重工業株式会社本社別館内

⑲ 出 願 人 石川島播磨重工業株式会社 東京都千代田区大手町2丁目2番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 坂 本 徹 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

真空紫外光領域用の多層膜ミラーの製法

2. 特許請求の範囲

真空紫外光領域用の多層膜ミラーを製作するに際し、透明な光学結晶表面に高反射率の金属材料を均一な蒸着膜となる厚さまで成膜したのち、この蒸着膜を削って超薄膜の反射層を形成し、前記光学結晶膜と前記反射層を繰返し形成して多層にするようにしたことを特徴とする真空紫外光領域用の多層膜ミラーの製法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、波長が200nmより短い真空紫外光領域用の多層膜ミラーの製法に関し、2つの透明な光学結晶を用いる従来法では製作できなかったこの波長領域の多層膜ミラーを作ることができるものとしたものである。

〔従来の技術〕

近年、直径が10μ以下の比較的小型の粒子加速器としてシンクロトロンが開発されつつあり、このシンクロトロンからの放射光(SOR光)の利用分野の一つに赤外・可視からX線に至る広い範囲の連続スペクトルを持つSOR光を利用する真空紫外光領域の分光研究などがあり、従来の安定した連続光源を得ることができないという問題が解決され、飛躍的な発展を遂げている。

このような真空紫外光領域は、可視・紫外光領域に比べて空気によって強く吸収されることから光源を含む光学系を真空中に置かねばならず、しかも100nm以下の真空紫外光を透過させる窓材がないこともあり、光学系を透過式のものでなく反射光学系で構成しなければならないことも多い。

この反射光学系を高効率にするには、反射率の高いミラーが必要であり、高反射率のミラーとして多層膜ミラーが良く知られている。

現在、この真空紫外光領域以外での多層膜ミラ

一は、2種類の光学結晶を繰返し重ねて多層に形成し、上の層で反射されずに透過した光を次の層で反射させることを繰返して反射率を高めるようにしている。

〔発明が解決しようとする課題〕

ところが、真空紫外光領域については、従来と同様の2種類の光学結晶を繰返し重ねて多層に形成する方法で、多層膜ミラーを製作することが出来ないという問題がある。

一方、この真空紫外光領域での反射率が高いとされるミラーにアルミニウムなどの金属膜を用いるものがあるが、アルミニウムの均一な膜を蒸着法で作ろうとしても最低10nm程度の厚さが必要であり、この厚さの金属膜では、上の層を透過する光のほとんどが吸収されてしまい、多層膜ミラーにしても次の層からの反射による反射効率の向上が図れないという問題がある。

この発明は、前記従来技術における問題点を解決して、真空紫外光領域における高反射率の多層膜ミラーを作ることができる真空紫外光領域用の

多層膜ミラーの製法を提供しようとするものである。

〔課題を解決するための手段〕

この発明の真空紫外光領域用の多層膜ミラーの製法は、真空紫外光領域用の多層膜ミラーを製作するに際し、透明な光学結晶表面に高反射率の金属材料を均一な蒸着膜となる厚さまで成膜したのち、この蒸着膜を削って超薄膜の反射層を形成し、前記光学結晶膜と前記反射層を繰返し形成して多層にするようにしたことを特徴とするものである。

〔作用〕

この発明の真空紫外光領域用の多層膜ミラーの製法によれば、 MgF_2 や CaF_2 などのふっ化物などの透明の光学結晶にアルミニウムなどの金属材料で例えば10nm程度の均一な蒸着膜が出来る厚さまで成膜し、この均一な蒸着膜をイオンビームの照射などで削って0.5～2nm程度の超薄膜の反射層を作るようにしており、透明光学結晶と金属材料の超薄膜の反射層の繰返し成膜による多層膜ミラーとすることで、真空紫外光領域におい

ても、反射層を透過する光の吸収を極力抑え、反射効率の向上を図るようにしている。

したがって、真空紫外光領域の分光研究や自由電子レーザーの高効率な反射系として利用することができる。

〔実施例〕

以下、この発明の一実施例を図面を参照しながら詳細に説明する。

第1図は、この発明の真空紫外光領域用の多層膜ミラーの製法の一実施例にかかる工程図である。

この真空紫外光領域用の多層膜ミラーの製法では、アルミニウムなどの高反射率の金属材料であってもその厚さを0.5～2nm程度に薄くすることができれば、真空紫外光領域の光の透過の際の吸収を極力減らすことができる反射膜にでき、多層膜ミラーへの適用が可能となるという考えに基づくものである。

しかし、アルミニウムなどの金属材料の薄膜を均一に成膜する方法の1つとして蒸着法があるが、既に説明したように、最低でも10nm程度の厚さ

がなければ、母材上に島状に金属材料が蒸着され、均一な反射膜とすることができない。

そこで、この発明の真空紫外光領域用の多層膜ミラーの製法では、次のようにして多層膜ミラー10が作られる。

① まず、 MgF_2 や CaF_2 などのふっ化物などの透明の光学結晶1をCVD法等によって成膜する。

この透明な光学結晶1の厚さは、多層膜ミラー10の1層を構成する光学結晶1の厚さと反射層2の厚さの合計が反射すべき真空紫外光領域の波長 λ の約 $1/2$ となるようにし、透過して次の層の反射層2で反射した光と位相が合うようにする。

したがって、波長 λ が170nmの真空紫外光を対象とする場合には、合計の厚さを約85nmとすればよい。

② この光学結晶1の表面にアルミニウムなどの金属材料を蒸着して行き、光学結晶表面に島状に金属が付着した後、次第に成長して厚さが均一となる最低でも10nm程度の厚さまで蒸着膜3を

成膜する。

③ この後、均一に成膜された金属の蒸着膜3を極力薄くなるまで削り、その厚さを0.5 ~ 2 nm程度、好ましくは0.5 ~ 1 nmにする。

この金属の蒸着膜3を削るには、例えばイオンビーム4を照射することで行われる。

このイオンビーム4による研削は、蒸着されたアルミニウムの蒸着膜3の酸化を防止する必要があり、例えばアルゴンイオンビームを用い、加速エネルギーを300 eV、イオン電流15 A等として蒸着膜3に斜めに照射し、その照射時間を制御することで研削量を調整する。

④ こうして透明な光学結晶1上に約0.5 ~ 2 nmの均一な金属材料を蒸着・研削した反射層2を成膜して1層目のミラー5が作られる。

⑤ このような1層目のミラー5が作られたのち、上記①：透明な光学結晶1のCVDによる成膜、②：金属材料の均一な膜厚さとなるまでの蒸着膜3の成膜、③：蒸着膜3の研削による超薄膜としての反射層2の形成、④：2層目のミラー6

の完成を繰返し、3層目以降のミラー7、…を形成することで多層膜ミラー10とする。

この多層膜ミラー10の層数は、各層のミラー5、6、7の反射層2による真空紫外光領域の光の透過の際の吸収程度によって定まり、最も下の反射層2で反射した光が反射率の向上に寄与するかどうかにより決められ、例えばアルミニウムの蒸着膜3による反射層2を用いる場合には、各層の反射層2の厚さの合計が約5 ~ 10 nm程度で限界と考えられる。

このようにして作られた真空紫外光領域用の多層膜ミラー10では、第1図中に示すように、最上層に反射層2を配置した状態や逆に最上層に光学結晶1を配置した状態で使用される。

そして、真空紫外光領域の光が入射すると、最上層のミラー7(5)の反射層2で反射されると同時に、透過した光が次のミラー6(6)の反射層2で反射され、さらに透過した光が次のミラー5(7)の反射層2で反射される。

したがって、入射した光に対して、各層の反射

層2で反射した反射光が反射効率に寄与し、従来無かった真空紫外光領域の高反射率の多層膜ミラー10となる。

なお、上記実施例では、透明な光学結晶としてMgF₂やCaF₂などのふっ化物を例に説明したが、他のふっ化物やふっ化物以外の透明結晶を用いるようにしても良く、成膜法もCVD法に限らず他の方法でも良い。

また、反射層についても反射すべき光の波長によって金属材料の反射率が異なることから、波長に応じて金属材料を変えるようにすれば良く、アルミニウムのほか金なども使用できる。

さらに、この発明の要旨を変更しない範囲で、各構成要素に変更を加えるようにしても良い。

〔発明の効果〕

以上一実施例とともに、具体的に説明したように、この発明の真空紫外光領域用の多層膜ミラーの製法によれば、透明の光学結晶に金属材料で均一な蒸着膜が出来る厚さまで成膜し、この均一な蒸着膜を削って超薄膜の反射層を作るようにした

ので、透明光学結晶と金属材料の反射層との繰返しで多層膜ミラーをつくることができ真空紫外光領域においても、反射層を透過する光の吸収を極力抑え、高反射効率の多層膜ミラーとすることができる。

したがって、真空紫外光領域の分光研究や自由電子レーザー等の高効率な反射系として利用することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、この発明の真空紫外光領域用の多層膜ミラーの製法の一実施例にかかる工程図である。

- 1…透明な光学結晶、2…超薄膜の反射層、
3…金属材料の均一な蒸着膜、4…イオンビーム、
5、6、7…各層のミラー、
10…真空紫外光領域の多層膜ミラー。

出願人 石川島播磨重工業株式会社

代理人 坂 本 徹

(ほか1名)



